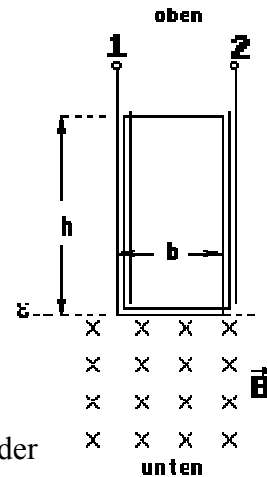


- 1) Gegeben ist eine flache Rechteckspule mit  $N = 300$  Windungen, der Höhe  $h = 25$  cm, der Breite  $b = 5,0$  cm und den Anschlüssen 1 und 2 (siehe Skizze). Diese Spule steht senkrecht über einem homogenen Magnetfeld, das durch die Ebene  $\varepsilon$  nach oben begrenzt ist. Es wird vorausgesetzt, dass die Querschnittsfläche der Spule stets senkrecht auf den Feldlinien steht. Die Spule ist über ihre Anschlüsse 1 und 2 an ein empfindliches Spannungsmessgerät angeschlossen. Während man die Spule mit einer konstanten Geschwindigkeit von  $1,25 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$  senkrecht nach unten in das Magnetfeld hineinbewegt, wird am Messgerät die Spannung  $30,5$  mV angezeigt.



- An welchem Spulenanschluss entsteht der Pluspol und an welchem der Minuspol der Induktionsspannung? Begründen Sie die Antwort kurz.
- Berechnen Sie den Betrag der magnetischen Flussdichte. [zur Kontrolle:  $B = 0,16 \text{ T}$ ]
- Berechnen Sie den Zeitpunkt  $t_1$  zu dem die Spulenfläche gerade vollständig vom Magnetfeld durchsetzt ist. Stellen Sie die vom Messgerät angezeigte Spannung für  $0 < t < 2\cdot t_1$  in einem Zeit-Spannungs-Diagramm im Maßstab  $1 \text{ cm} = 2 \text{ s}$  und dar (bzw.  $1 \text{ cm} = 0,01 \text{ V}$ ). Begründen Sie den Verlauf des Diagramms.

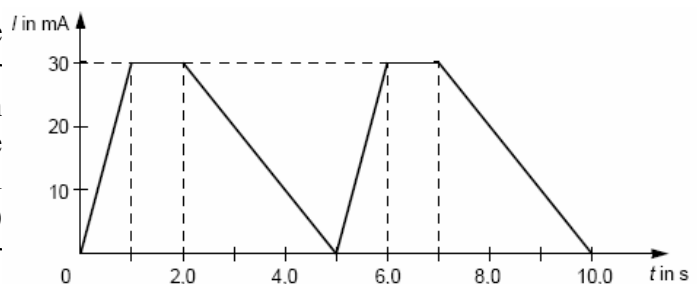
Die Spule befinde sich nun wieder genau am Rand des nur durch  $\varepsilon$  begrenzten Magnetfeldes, wie es die Skizze zeigt. Zurzeit  $t = 0$  wird die Spule losgelassen und fällt in das Magnetfeld hinein. Unter Vernachlässigung störender Einflüsse kann von einem freien Fall der Spule ausgegangen werden.

- Berechnen Sie den Zeitpunkt  $t_2$  zu dem die Spulenfläche gerade vollständig vom Magnetfeld durchsetzt ist. Stellen Sie die vom Messgerät angezeigte Spannung für  $0 < t < 2\cdot t_2$  in einem Zeit-Spannungs-Diagramm dar ( $1 \text{ cm} = 0,05 \text{ s}$  bzw.  $1 \text{ cm} = 1 \text{ V}$ ). Führen Sie die notwendigen Berechnungen durch und begründen Sie den Verlauf des Diagramms.

- 2) Eine Spule (1) hat  $16\,000$  Windungen, die Länge  $0,35 \text{ m}$ , den Windungsquerschnitt  $45 \text{ cm}^2$  und den ohmschen Widerstand  $1,8 \text{ k}\Omega$ . Die Spule wird in einen unverzweigten Stromkreis mit Spannungsquelle und Strommessgerät in Reihe geschaltet.

- An die Spule wird die Gleichspannung  $150 \text{ V}$  gelegt. Berechnen Sie die magnetische Flussdichte im Inneren der Spule.

- Im Inneren der Spule (1) liegt nun eine Induktionsspule (2) mit der Windungszahl  $2000$  und dem Querschnitt  $20 \text{ cm}^2$  so, dass die Achsen der beiden Spulen parallel zueinander sind. Durch die Spule (1) fließt ein Strom, dessen zeitlicher Verlauf in der Abbildung dargestellt ist:

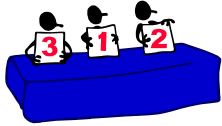
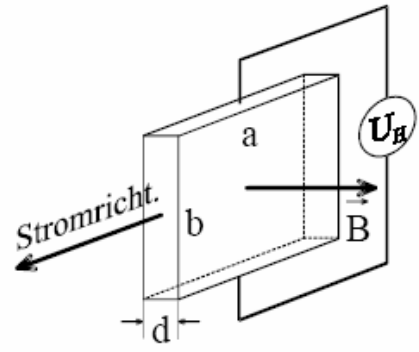


An den Enden der Induktionsspule (2) entsteht eine Spannung  $U_{\text{ind}}(t)$ . Zeichnen Sie für  $0 \leq t \leq 10 \text{ s}$  das  $U_{\text{ind}}-t$ -Diagramm.

- Später wird bei angelegter Spannung ein Eisenkern schnell in die Spule (1) eingeführt. Erläutern Sie die zu erwartenden Änderungen der Anzeige am Strommesser. Begründen Sie Ihre Aussage.
- 3) Aus einem Goldstreifen mit der Länge  $a = 8,0 \text{ mm}$ , der Breite  $b = 2,0 \text{ mm}$  und der Dicke  $d = 0,10 \text{ mm}$  soll eine Hallsonde gefertigt werden (siehe Skizze). In ihr befinden sich  $N = 9,5 \cdot 10^{19}$  **frei bewegliche Elektronen**. Die Hallsonde wird bei einer konstanten Stromstärke von  $I = 100 \text{ mA}$  betrieben; die magnetische Flussdichte ist  $B = 1,3 \text{ T}$ .
- Begründen Sie mit Hilfe von Zeichnungen und eigenen Worten das Zustandekommen der

Hallspannung.

- b) Leiten Sie aus einem geeigneten Kraftansatz die folgende Beziehung für die Hallspannung  $U_H$  her:  $U_H = v \cdot b \cdot B$   
Hierbei ist  $v$  die Driftgeschwindigkeit der Elektronen.
- c) Die Driftgeschwindigkeit ist nicht direkt messbar, sie lässt sich jedoch indirekt ermitteln. Berechnen Sie dazu zunächst die Hallspannung mit Hilfe einer weiteren Gesetzmäßigkeit, die Sie z. B. der Formelsammlung entnehmen können. [zur Kontrolle:  $U_H = 0,14 \mu\text{V}$ ]
- d) Bestimmen Sie nun die Driftgeschwindigkeit der Elektronen.



**Viel Erfolg**